

----- (1) ----- Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-17071 (1999) -----

“SEMICONDUCTOR DEVICE”

The following is an English translation of an extract of the above application.

5 Fig. 1 is a cross-sectional block diagram of a semiconductor device according to one embodiment of the present invention. For example, a power semiconductor element 11, such as IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) is fixed on a lead frame 13 through a solder layer 12. The lead frame 13 is bonded to a metal substrate 19 with an insulating layer 18 interposed therebetween, the element 11 is electrically connected by a wire
10 bonding portion 16 made of aluminum, and the whole system is integrally formed by an exterior resin mold 17.

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-17071

(43)公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 23/29
23/31

識別記号

F 1

H 0 1 L 23/30

R

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-165615

(22)出願日 平成9年(1997) 6月23日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 小川 敏夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 高橋 正昭

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 合田 正広

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勲男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置

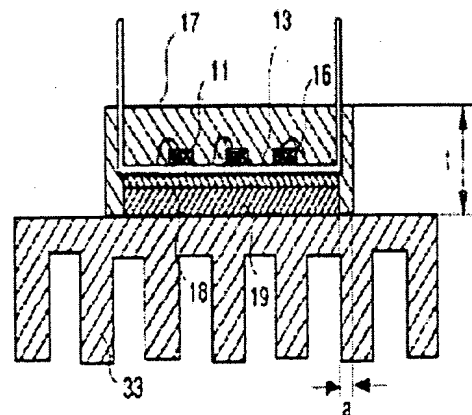
(57)【要約】

【課題】半導体装置の高信頼性を確保し、かつ装置の熱抵抗を低減すること。

【解決手段】金属基板の熱膨張率に対するモールド樹脂の熱膨張率の比を0.3~0.6とする。

【効果】本発明によれば、平坦性が良好で、高信頼性の半導体装置を提供するという効果がある。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】金属基板の片面に、絶縁層を介して導体回路が形成され、該導体回路上に複数の発熱性半導体素子が固着され、該金属基板の他の面の少なくとも一部が実質的に外部に露出した状態で、一体の電気絶縁性外装樹脂モールドによって保護された、複合構造を有する半導体装置において、実用温度範囲における線膨張率の比が、該金属基板 1.0 に対して該樹脂モールドが 0.3 から 0.6 の範囲に調節して構成されたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】請求項 1 において、前記金属基板が Al もしくは Al 合金からなり、実用温度範囲における線膨張率が $21 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲にあり、かつ前記樹脂モールドの線膨張率が $8 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $14 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲に調節して構成されたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】請求項 1 において、前記金属基板が Cu もしくは Cu 合金からなり、実用温度範囲における線膨張率が $17 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $21 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲にあり、かつ前記樹脂モールドの線膨張率が $6 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $12 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲に調節して構成されたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子を含むチップ部品が絶縁層を介して、金属基板上に搭載され、全体が外装モールドによって保護された構造を有する樹脂封止型半導体装置に関し、特に金属基板及びモールド樹脂などの、該半導体装置を構成する主要構成材料間の線膨張率差に起因する、反りを防止する手段を取ることに、高い信頼性を実現するパワー半導体装置に関する。従って、本発明による半導体装置は汎用及び産業用機器等の出力制御用インバータなどとして有効利用できる。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種パワー半導体装置として、公告特許公報平 7-249714 号に開示される構成がある。これは、Al 基板上に導体回路を形成し、その上にパワー半導体素子を搭載し、外装を、Al 基板より小さい線膨張率を有する樹脂を用いてモールド成形したものである。この構造を有する半導体装置では、複数のパワー半導体素子及びその他の部品もあわせて実装される場合が多く、基板寸法が大きくなる。基板寸法が大きいと、わずかな反りであっても、それが強調されるため、該半導体装置の成形後の充分な平坦性を実現するのは難しく、信頼性の確保にも難があるという欠点がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記従来法の問題点を解決し、平坦性が良好で、高信頼性のパワー半導体装置を実現するものである。すなわち、該半導体装

置の反りはこれを構成する金属基板と、モールド樹脂との線膨張率のバランスによって主に決定される。ところが、両者の線膨張率の温度依存性には大きな差がある。この温度依存性を考慮して、両者の組合せを最適化することによって、基板寸法の大きい半導体装置であっても、その反り量を最小限に抑制でき、結果的に高信頼性のパワー半導体装置を提供する。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では次の手段をとる。

【0005】1. 金属基板の片面に、絶縁層を介して導体回路が形成され、該導体回路上に複数の発熱性半導体素子が固着され、該金属基板の他の面の少なくとも一部が実質的に外部に露出した状態で、一体の電気絶縁性外装樹脂モールドによって保護された、複合構造を有する半導体装置において、実用温度範囲における線膨張率の比が、該金属基板 1.0 に対して該樹脂モールドが 0.3 から 0.6 の範囲に調節して構成された半導体装置とする。

【0006】2. 上記 1 において、前記金属基板が Al もしくは Al 合金からなり、実用温度範囲における線膨張率が $21 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲にあり、かつ前記樹脂モールドの線膨張率が $8 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $14 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲に調節して構成された半導体装置とする。

【0007】3. 上記 1 において、前記金属基板が Cu もしくは Cu 合金からなり、実用温度範囲における線膨張率が $17 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $21 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲にあり、かつ前記樹脂モールドの線膨張率が $6 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ から $12 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲に調節して構成された半導体装置とする。

【0008】図 1 に断面構造を示すように、この種の樹脂封止型半導体装置の反りは、最も体積占有率の高い金属基板と樹脂との線膨張率のバランスにより決定される。ところが、両者の線膨張率の温度依存性には大きな差があり、平坦性を確保するためには製造工程における特別な配慮が要求される。図 2 に Al 基板の線膨張と温度との関係を示す。ここで線膨張率 α は線膨張と温度変化との比、すなわち図 2 に示す直線の勾配で表される。図 3 には典型的なトランスファモールド用のエポキシ系樹脂材料のモールド成形時における収縮量と温度との関係を示す。図中の x 印が固化開始点であり、温度によって、3 つの領域に大別でき、それぞれ次のように定義する。A：化学的収縮域—液状樹脂が架橋を開始して固化する領域。B：前期熱収縮域—ガラス転移温度 (T_g) までの熱収縮領域であり、この領域の収縮率を α_2 とする。C：後期熱収縮域— T_g より低い温度における熱収縮領域であり、その間の収縮率を α_1 とする。通常 α_1 と α_2 との比は $1/3$ と α_1 が小さい。これらを総合して、樹脂成形時の見かけの収縮率が求まる。見かけの収縮率 A は、図 3 中の破線 A の勾配として得られ、液体状態からの全収縮量が含まれる。見かけの収縮率 B は、破

線Bの勾配であり、固化終了から室温までの平均収縮量を表す。

【0009】成形後、さらに樹脂を硬化するためのポストキュアを施すことにより、収縮率はさらに小さくなる傾向がある。通常この状態における収縮率 α 1を単にその樹脂の線膨張率もしくは収縮率と称し、ここでは前述の収縮率と区別するために、定常収縮率と呼ぶ。

【0010】仮に、金属基板と、その基板の線膨張率に等しい定常収縮率を有する樹脂とを組合せて図1に示す形状に成形すると、金属基板側面に凸の反りが発生し、十分な平坦性は得られない。これは、金属基板に比較して、樹脂の見かけの収縮率が極端に大きくなってしまいう結果と考えられる。本発明者らは、繰り返し実験の結果、平坦性を確保するために必要な条件を見出した。それは、適用する金属基板の線膨張率 α が、高くても樹脂の見かけの収縮率A、低くとも見かけの収縮率Bの範囲に設定することである。これを実験則に基づいて、定常収縮率で表現すると次のようになる。すなわち、金属基板の線膨張率1.0に対して、樹脂の定常収縮率を0.3から0.5の範囲に設定することで、上記見かけの収縮率の条件を概ね満足できる。その条件に適合する材料の組合せにより、成形後の十分な平坦性を有する成形体が得られる。

【0011】一般に、単に収縮率といわれる樹脂の定常収縮率と、見かけの収縮率には強い相関関係がある。理由は次のようである。この種樹脂材料は、エポキシ系など線膨張率の極めて高い樹脂に、熱膨張率の低いアルミナ、シリカなどのフィラーを加えて材料の特性を調節している。従って、両者の配合割合によって線膨張率は大きく変動し、このように、フィラーの比率が高いほど線膨張率は低減する。フィラーの比率で線膨張率が決定される状況は、図3中の各領域A、B及びCに共通の現象であり、定常収縮率と見かけの収縮率はほぼ正比例する傾向がある。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施例によってさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

い。

【0013】実施例1

図1に本発明の一実施例による半導体装置の断面構成図を示す。例えばIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などのパワー半導体素子11が半田層12を介してリードフレーム13上に固着される。該リードフレーム13は絶縁層18を介して金属基板19に接合され、素子11はアルミニウムのワイヤボンディング部16により電気的に接合され、系全体が外装樹脂モールド17により一体成型された構造である。金属基板19は純度99.9%、寸法70mm×40mm×2mmのA1板を用いた。この基板の線膨張率は23.5ppm/℃である。樹脂材料は、エポキシ系樹脂にシリカ粉末を適量添加して線膨張率を調節した。表1にこれら樹脂材料の収縮率測定結果を示す。測定は型中にセットした円柱状のサンプル長さの温度変化を、変位検出用ロッドを介して直接測定した。

【0014】素子11及びリードフレーム13などを装着した金属基板19を金型内にセットし、トランスファモールド法により180℃で成形した。成形寸法は、図1中のa寸法を1mm、t寸法を5mmとした。成形後、さらに180℃5時間のポストキュアを施して金属基板19の露出面の反り量を評価した。評価にあたっては、対角線上に連続的に表面の変位を測定し、最も大きい値を反り量とした。金属基板側に凸の変位を正、反対に樹脂側に凸を負の反りと表現した。

【0015】負の反りは、該半導体装置と放熱部材との間に空隙を生じ、熱抵抗が上昇してしまうので好ましくない。一方、正の反りが大きいと、放熱部材に取り付ける際に内部応力が上昇し、十分な信頼性が得られない。反りの範囲は、実用的に-20 μ mから+80 μ mの範囲が好ましい。表1の結果より、本実施例での好ましい定常収縮率は8.4ppm/℃-11.5ppm/℃の範囲にあることがわかる。

【0016】

【表1】

表 1

No.	定常収縮率 (ppm/℃)	収縮率 B (ppm/℃)	収縮率 A (ppm/℃)	基板面反り量 (μm)	
				実施例 1 [Al 基板]	実施例 2 [Cu 基板]
1	6.8	11.9	13.9	-61	-10
2	7.5	13.1	15.3	-40	+32
3	8.4	14.8	17.3	-15	+61
4	9.3	16.6	19.3	+11	+89
5	10.8	19.2	22.4	+52	+144
6	11.5	20.3	23.6	+72	+180
7	12.3	21.9	25.4	+96	+210
8	13.8	24.5	28.5	+141	+264
9	15.6	27.5	32.0	+196	+324
10	18.1	31.9	37.1	+264	—
11	21.2	37.6	43.7	+356	—

【0017】実施例2

金属基板19として、純度99.5%のCu板を用い、その他については基板寸法も含め、実施例1と同様の方法によってサンプルを作製し、同様に、基板面の反りを測定した。金属基板19の線膨張率は17.7ppm/℃である。

【0018】測定結果を表2に示す。これより、Cu系基板を適用する場合には、モールド樹脂17の好ましい範囲は6.8ppm/℃から8.4ppm/℃であることがわかる。

実施例3

実施例1と同様の方法によってサンプルを作製し、同様に、基板面の反りを測定した。ここでは金属基板19の寸法に著目し、反りとの関係を評価した。測定結果を図4に示す。反り量は基板寸法の増加につれて上昇する。このため、反りの好ましい範囲は-20μmから+80μmであり、基板寸法が大きいほど樹脂17の線膨張率はより狭い範囲に設定する必要があり、逆に小さい基板では適用可能な樹脂の線膨張率適用範囲は広くなることが示される。

【0019】実施例4

実施例1と同様の方法によってサンプルを作製し、同様に、基板面の反りを測定した。ここでは成形体厚さ、t寸法に著目し、反りとの関係を評価した。測定結果を図5に示す。反り量はt寸法の増加につれて若干上昇する傾向がある。

【0020】実施例5

実施例1と同様の手順によって、図6に示す回路パター

ンを有するコンバータ及びインバータ統合パワー半導体装置を作製した。この装置を三相インダクションモータに直接取り付け、両者を一体化した。電気回路のブロック図を図7に示す。本発明による半導体装置は基板の反りが小さいので、熱抵抗が低く、かつ信頼性が高いので、厳しい環境で使用されるモータ、例えば電気自動車、各種ポンプ及び搬送用などのモータとの一体化が可能となる。このようにインバータとモータとを一体化することにより、それぞれの装置全体としての小型化、高信頼性化を実現出来る。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、金属基板19と樹脂モールド17との線膨張率比を特定することによって、成形後の成形体の反りを制御できるので、放熱部材への取り付けによる内部応力を最小限に抑制して、高信頼性を実現すると共に、低熱抵抗を確保する効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるパワー半導体装置の断面構成図。

【図2】金属基板の線膨張率温度依存性。

【図3】モールド樹脂の線膨張率温度依存性。

【図4】成形体の反り量と基板寸法との関係。

【図5】成形体の反り量と成形体厚さ寸法との関係。

【図6】本発明の一実施例によるインバータモジュールの回路パターン図。

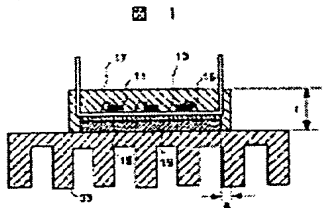
【図7】本発明の一実施例によるインバータ装置の回路ブロック図。

【符号の説明】

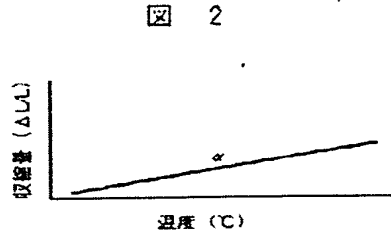
11…半導体素子、11a…整流ダイオード、11b…
IGBT、11c…フリーホイールダイオード、12…
半田、13…リードフレーム、13a…主回路系端子、

13b…制御系端子、15…ワイヤボンディング部、17…
外装樹脂モールド、19…金属基板、25…サーミスタ、
26…シャント抵抗、31…コンバータ部、32…
インバータ部、33…放熱部。

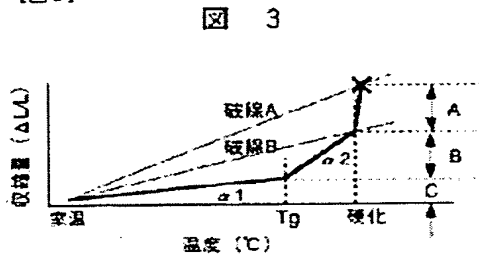
【図1】



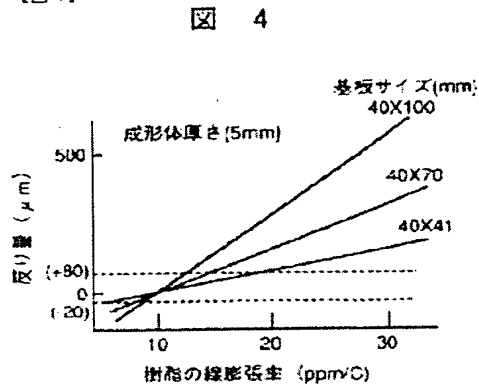
【図2】



【図3】

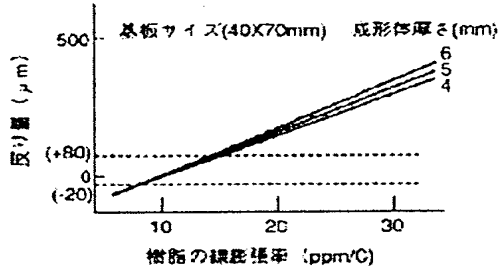


【図4】



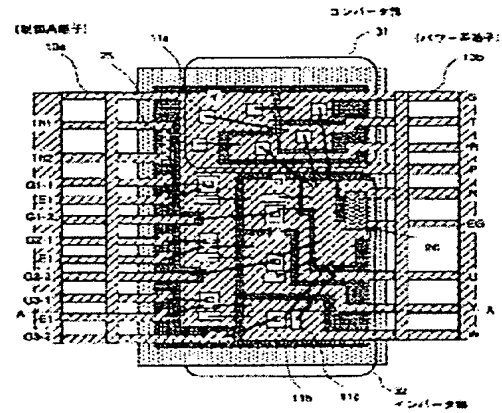
【図5】

図 5



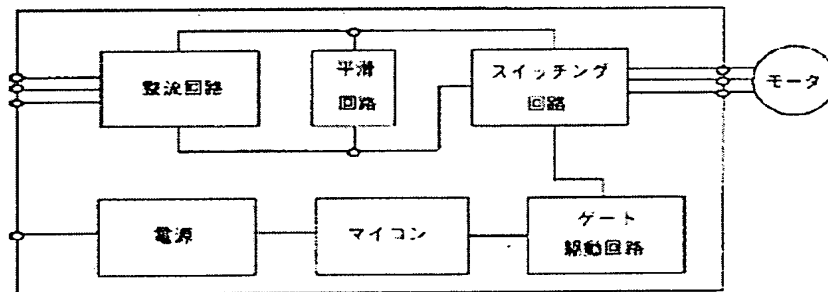
【図6】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 神村 典孝
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 鈴木 和弘
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内